

폐유리 경량골재의 표면 거칠기에 따른 모르타르의 미세구조적 특성

Microstructural properties of mortar as a surface roughness of waste glass bead

편수정¹ · 김규용² · 최병철¹ · 김문규³ · 지성준³ · 남정수^{2*}

Pyeon, Su-Jeong¹ · Kim, Gyu-Yong² · Choi, Byung-Cheol¹ · Kim, Moon-kyu³ · Ji, Sung-Jun³ · Nam, Jeong-Soo^{2*}

Abstract : This study aims to determine the microstructural characteristics of waste glass beads, a lightweight aggregate manufactured from waste glass powder, when incorporated into mortar in order to examine its usability depending on the particle shape.

키워드 : 폐유리 경량골재, 표면 거칠기, 모르타르, 미세구조

Keywords : waste glass bead, surface roughness, mortar, micro sturcture

1. 서론

최근 폐유리의 재활용이 환경 보호 및 재료의 재활용 측면에서 중요성을 갖는다. 건설 산업은 친환경 및 경제적 솔루션을 제공하기 위해 최근 폐유리를 이용한 경량골재인 “폐유리 경량골재(WGB)”의 제조와 이를 시멘트 모르타르에 혼합하여 사용함으로써 건설 재료의 품질 및 성능을 향상시키는 연구가 확대되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 WGB의 표면 거칠기에 따른 미세구조적 변화를 분석하며 이를 시멘트 모르타르에 혼합하였을 때의 물성 변화를 평가하고자 한다. 미세구조의 변화를 통해 WGB의 최적 표면 거칠기 조건을 도출하며 WGB 모르타르의 역학적 성능 향상을 검토하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 사용재료 및 배합

WGB 모르타르를 제작하기 위해 다음과 같은 재료가 혼합되었다. 60MPa 이상 압축강도, 초기 플로우 120mm의 OPC 모르타르를 제작하기 위해 1종 보통 포틀랜드 시멘트(H사), 표준 모래(J사)를 사용하였다. WGB(H사)는 표준 모래를 일부 부피 치환하여 사용하였으며, 그림 1과 같이 구형의 B시험군, 비정형으로 파쇄된 CB시험군으로 분류하였다. 그림 2는 골재의 입도 분포를 나타내었다. 모르타르 시험체 제작에 대한 배합표는 표 1과 같이 제시하였다. 모르타르 시험체는 타설 후 랩에 밀봉되어 보관하였으며, 경화 후 온도 25±1°C, 습도 55%±5%의 항온항습 환경에서 랩과 알루미늄 테이프로 밀봉하여 양생되었다.



그림 1. 사용된 WGB의 유형

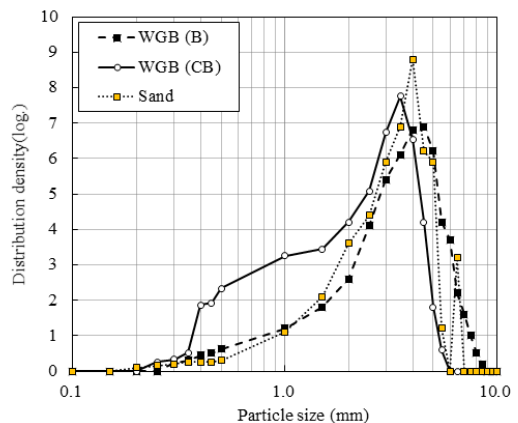


그림 2. 표준 모래와 WGB의 입도분포 곡선

1) 충남대학교, 건축공학과 박사과정
2) 충남대학교, 스마트시티 건축공학과 교수, 교신저자(j.nam@ac.kr)
3) 충남대학교, 건축공학과 석사과정

표 1. WGB 모르타르 제작을 위한 배합표

구분	1종 OPC	Silica fume	Silica Powder	Water	SP제	표준 모래	WGB
PL	1	0,26	0,30	0,30	0,04	100	0
B10						90	10
B30						70	20
B50						50	30
CB10						90	10
CB30						70	20
CB50						50	30

2.2 실험방법

WGB 모르타르의 B시험군과 CB시험군의 미세구조적 상태의 변화와 역학적 특성의 개선을 검토하고자 재령 28일과 180일에 나노 인텐테이션 (Korea Atomic Energy Research Institute) 측정을 수행하였다. 나노 인텐테이션은 WGB 주변의 페이스트에서 총 64개의 구간 평균값이다. 나노 인텐테이션 시료는 20×20×20mm로 제작되었으며, 압축강도는 50×50×50mm인 시료로 측정하였다.

3. 실험결과

28일과 180일 재령에 따른 압축강도 및 나노인텐테이션 시험 결과는 그림 3,4와 같다. 28일 재령의 강도 발현은 WGB의 표면 거칠기에 따라 다른 경향을 나타내었다. 일반적으로 경량골재의 혼입이 증가할수록 강도는 감소하는 경향을 보인다. 그림 3의 CB 시험군은 B 시험군에 비해 28일 재령에서 강도 감소 비율이 다소 낮았으며, 이는 WGB CB의 입자 형상이 불규칙하고 입자 크기가 다소 작아 페이스트와의 결합 효율이 더 높은 것으로 판단된다. 180일 재령에는 골재의 표면 거칠기에 관계없이 혼입율에 따라 일정한 강도 수준이 유지되는 것을 확인하였다. 그림 4의 소성경도는 재령이 지남에 따라 증가 추세를 보였지만, B50은 약 30%의 감소가 나타났다. 이는 자기 수축에 의해 페이스트의 균열이 형성되어 소성경도가 저감되는 것으로 사료된다.

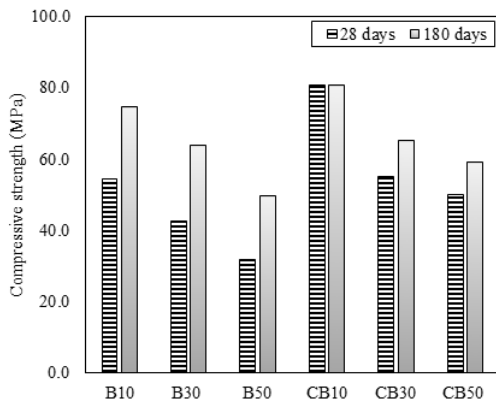


그림 3. 압축강도 시험 결과

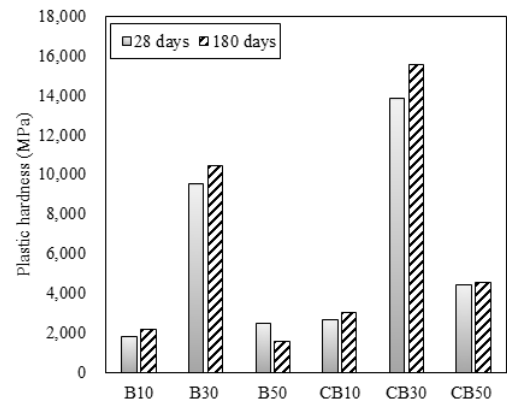


그림 4. 나노 인텐테이션(소성경도) 측정 결과

4. 결론

본 연구는 WGB의 표면 거칠기가 압축강도와 WGB 주변 시멘트 페이스트의 미세구조에 어떠한 영향을 미치는지 검토하였다. 압축강도는 혼입율에 따라 감소하지만, 장기 재령에서 유사한 수준으로 개선되었다. 소성경도는 자기 수축에 의한 감소를 제외할 경우 모두 증가 추세를 보였으며 표면 거칠기에 관계없이 30%의 혼입율에서 가장 높은 소성경도를 얻을 수 있다.

감사의 글

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2020R1C1C101403812 및 No. RS-2023-00220921.)

참고문헌

1. 조병완, 박승국. 페플라스틱과 고탄소 플라이애쉬 경량골재를 이용한 경량콘크리트의 역학적 특성. 한국콘크리트학회 학술대회 논문집. 2004. p. 640-643.